Mitteilungen aus der Biologischen Versuchsanstalt der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien

Botanische Abteilung, Vorstand L. v. Portheim (Nr. 26)

Einfluß vorübergehender und kontinuierlicher Licht- und Wärmereize auf das Wachstum von Keimlingen

Von

Helene Jacobi

(Mit 3 Tafeln)

(Vorgelegt in der Sitzung am 6. Juni 1918)

Nach Verworn[1] »besteht die überwiegende Menge aller vorübergehenden Reizwirkungen in Gleichgewichtsänderungen des Lebensvorganges, und zwar in einer Beschleunigung oder Verzögerung seines Ablaufes«. Diese durch einen Reiz hervorgerufene Beschleunigung oder Verzögerung ist sehr deutlich an der Wachstumszunahme junger Pflanzen zu beobachten, z. B. an dem Längenwachstum der Keimlinge von Getreidearten.

Bei früheren Untersuchungen[2] wurden Keimlinge von *Triticum vulgare* photischen Reizen von verschiedener Qualität kurze oder lange Zeit hindurch angesetzt. Die Ergebnisse verliefen im Sinne der eingangs zitierten Behauptung Verworn's. Anordnung und Resultate dieser Versuche seien kurz

[1] Verworn: Erregung und Lähmung. Jena 1914, p. 65.

[2] H. Jacobi: Wachstumreaktionen von Keimlingen, hervorgerufen durch monochromatisches Licht. II. Blau und Grün. Wien 1917, Denkschriften d. kaiserl. Akad. d. Wiss. in Wien, 94. Bd.

wiederholt: Auf die im Dunkeln bei konstanter Temperatur und Luftfeuchtigkeit bis zu brauchbarer Größe herangezogenen Keimlinge wurde durch Variierung des einen Versuchsfaktors, in diesem Falle des Lichtes (in bezug auf Farbe, Stärke und Dauer), ein Reiz ausgeübt. Die Wachstumszunahmen registrierte ein Auxanometer in Form von Spiralen; die eine durch einen Faden mit der Keimlingsspitze verbundene Barometerfeder, entsprechend den stündlichen Umdrehungen des Apparates, aufschrieb. Die Spiralen zeigten durch Auflockerungen und Verdichtungen ihrer Abstände einen charakteristischen Reizablauf. Diese Auflockerungen und Verdichtungen sind eine Folge des rascheren oder langsameren Wachstums der Keimlinge. Werden einerseits die Abstände dieser Spiralen, andrerseits die Umdrehungszeiten des Auxanometers in ein Koordinatensystem eingetragen, so ergibt sich eine Kurve von wellenförmigem Verlauf, welche auch das Abklingen des Reizes im Verflachen der Wellen deutlich zeigt.

Thermische Reize von kurzer Dauer.

Diese Lichtversuche sind jetzt durch andere ergänzt worden, bei denen vorübergehende Temperaturerhöhungen als Reiz einwirkten.

Die Aufzucht der *Triticum*-Keimlinge war dieselbe wie früher, nur wurden sie nach erreichter entsprechender Länge im Dunkeln in einen Blechbehälter gegeben, der kein Licht durchließ. Der vom Keimling zum Auxanometer führende Faden lief durch ein derartig gekrümmtes Röhrchen, daß kein Lichtstrahl in den Behälter eindringen konnte. Ein eingesenktes und abgedichtetes Thermometer ermöglichte es, die Temperatur, welche im Behälter herrschte, abzulesen. Die Temperatursteigerung ging von einer 50kerzigen Kohlenfadenlampe aus, die sich unter dem Behälter befand. Die Reizeinwirkung dauerte natürlich doppelt so lange Zeit als die auf Tafel I für die Dauer der Erwärmung angegebene, da die Temperatur ebensolange zum Absinken auf die konstante der Dunkelkammer brauchte, als sie vorher zum Ansteigen gebraucht hatte.

Tafel I zeigt Streifen aus den Auxanometeraufschreibungen dieser Versuche. Es lassen sich zahlreiche Verdichtungen erkennen. Auch nach einer Temperatursteigerung von nur 1° C., welche in einer Minute erreicht wurde, sind sie häufig und von großer Stärke. Vergleichshalber ist auf derselben Tafel die Aufzeichnung eines Lichtversuches beigegeben, bei welchem eine Lichtstärke von 5 NK (Osramglühlampe) zehn Sekunden lang einwirkte. Auch hier treten die charakteristischen Auflockerungen und Verdichtungen der Spiralen auf. Es genügt also sowohl ein Lichtreiz als auch ein Wärmereiz von verhältnismäßig geringer Intensität und Dauer, um eine merkbare wellenförmige Bewegung hervorzurufen.

Die Auxanometerregistrierungen lassen erkennen, wie das gleichmäßige Längenwachstum gestört und wie allmählich wieder das Gleichgewicht erreicht wird, indem sowohl der thermische als auch der photische Reiz ein wiederholtes, jedoch immer schwächer werdendes Anschwellen und Absinken der Reaktion bis zu ihrem gänzlichen Verschwinden hervorruft.

Dauerreize.

Die in der schon genannten Arbeit[1] angeführten Auxanometerversuche mit Dunkelpflanzen, d. h. mit Keimlingen, welche dauernd verdunkelt sind, gehören in die Kategorie der Versuche mit Dauerreizen. Jetzt wurden Pflanzen mit einer 50 NK Osramglühlampe in 2 *m* Distanz konstant belichtet und ihr Wachstum gleichfalls vom Auxanometer registriert. Vergleicht man die Spiralen und die aus ihnen sich ergebenden Kurven (Tafel III) beider Pflanzen miteinander, so sieht man, daß ihr Wachstum gleichmäßig zu- und wieder abnimmt. Die Kurven zeigen nicht die Wellenbewegung wie die nur vorübergehende Zeit gereizten Pflanzen. Die Aufzeichnungen beider lassen nur einen Unterschied erkennen: Während bei der dauernd belichteten Pflanze die stärkste Wachstumsintensität am Anfang und gegen Ende des Versuches auftritt, zeigt sie sich bei der Dunkelpflanze so ziemlich in der Mitte des Verlaufes.

[1] Jacobi, a. a. O., p. 8 und Tafel I.

Die Versuche mit Dunkelpflanzen und mit dauernd belichteten zeigen, daß andauernde Reize aufhören, als solche zu wirken, so daß z. B. die konstante Anwesenheit eines Reizes ähnlich wirkt wie seine völlige Abwesenheit. Selbstverständlich gilt dies hier nur in bezug auf die Wachstumsgeschwindigkeit der Keimlinge.

Um so merkwürdiger ist es nun, daß Keimlinge, welche dauernd farbig belichtet wurden, diese »Dauerkurve« nicht zeigen. Die Belichtung erfolgte bei diesen Versuchen mittels einer 50 NK Osramglühlampe durch Senebier'sche Glocken hindurch. Lichtfilter waren Kupferoxydammoniak für blaues, Kaliumbichromat für gelbes und eine Mischung dieser beiden Lösungen für grünes Licht. Temperatur und Luftfeuchtigkeit: Konstant, und zwar erstere 15° C., letztere: Wasserdunstgesättigter Raum.

Nach Tafel II weisen die Aufschreibungen des Auxanometers eine sehr ungleichmäßige Wachstumszunahme nach, indem die Spiralendistanzen stark wechseln. Dieses beständige Hin- und Herschwanken läßt auf eine Störung des Gleichgewichtszustandes schließen, welche durch das Fehlen einer oder mehrerer Komponenten des weißen Lichtes hervorgerufen wird. Die Keimlinge zeigen eine »ruckweise« Wachstumszunahme, welche sich von der allmählichen gleichmäßig beschleunigten der dauernd belichteten oder verdunkelten Pflanzen scharf unterscheidet. Vor allem waren, da nicht völlig monochromatisches Licht verwendet wurde, genügend Strahlen vorhanden, um in allen Keimlingen Chlorophyll entstehen zu lassen. Jedoch ist anscheinend nicht genügend oder besser nicht die entsprechende Mischung der strahlenden Energie vorhanden, um der Pflanze ein normales Wachstum zu ermöglichen. Es zeigt sich hier eine Ähnlichkeit mit dem »Gesetz des Minimums«[1], in dem das Wachstum dadurch beeinflußt wird, daß eine Komponente des weißen Lichtes in geringer Menge vorhanden ist. Es tritt ein verlangsamtes oder beschleunigtes Wachstum ein, das dann wieder in ein

---

[1] Ad. Mayer: Die Agrikulturchemie, 5. Aufl., Heidelberg 1902, Bd. 1, p. 328.

beschleunigtes oder verlangsamtes umschlägt, wenn durch die Dauer der Einwirkung das an Energie ersetzt wird, was durch die geringe Intensität nicht geleistet werden kann.

Da die Pflanzen je nach der Lichtart, mit welcher sie beleuchtet werden, nur in verschiedenem Maße die Fähigkeit besitzen, die ihnen dargebotene Energie auszunutzen, zeigen sie auch einen bedeutenden Längenunterschied, den diesbezügliche Messungen deutlich nachweisen. Diese Beobachtungen sind unter den gleichen Bedingungen ausgeführt worden wie die Auxanometerversuche. Die Messung erfolgte alle 24 Stunden mittels Millimeterpapieres. Die in der Tabelle enthaltenen Zahlen sind die »Wachstumsintesitäten«, d. h. die Verhältniszahlen aus den Längen der Keimlinge am 2. Meßtage zum 1. Meßtag, des 3. zum 1., des 4. zum 1. usw. Die Zahlen sind der Durchschnitt von drei Versuchsreihen. Aus den Zahlen ist zu ersehen, daß die gelb belichteten Keimlinge, welche die strahlende Energie am besten zu verwerten vermögen, am längsten werden. Aber auch die blau und grün belichteten Keimlinge übertreffen die Dunkelpflanzen an Länge, zeigen also eine Art Überetiolement.

Tabelle.

Meßtage	blau	gelb	grün	weiß	dunkel
2. zum 1.	2·07	2·16	2·10	1·79	1·74
3. » 1.	4·52	4·80	4·23	3·82	3·50
4. » 1.	6·20	6·70	6·17	5·85	4·76
5. » 1.	7·75	9·05	7·97	7·88	6·23
6. » 1.	10·38	10·60	9·70	9·52	8·00
7. » 1.	12·20	12·21	12·01	11·00	9·55

Zahl der verwendeten Keimlinge: 75.

Zusammenfassung.

1. Vorübergehende photische oder thermische Reize rufen bei Keimlingen von *Triticum vulgare* eine Beschleunigung mit nachfolgender Verzögerung o. u. des Längenwachstums hervor. Allmählich stellt sich jedoch eine gleichmäßige Wachstumsgeschwindigkeit ein.

2. Dauerreize, konstante Belichtung mit weißem Licht, sowie konstante Verdunklung beeinflussen das Gleichmaß der Wachstumsgeschwindigkeit nicht.

3. Dauernde Beleuchtung mit farbigem Licht wirkt nicht wie die in 2 genannten Reize ein, sondern hat ein vollständig ungleichmäßiges Wachstum zur Folge.

Die farbig belichteten Keimlinge übertreffen die etiolierten an Länge.
